

ESTUDIO TRANSVERSAL  
OBSERVACIONAL

# Trabajo de fin de grado

## DÉFICIT MÚSCULO-ESQUELETICOS TRAS UNA LESIÓN Y SU DETECCIÓN EN TRIATLETAS AMATEUR

Muscle-skeletal deficit after an injury and its detection in amateur triathletes

**Autor:** Daniel Sánchez Delgado

**Tutor:** Julio Hernández Díaz

**Titulación:** Grado en Fisioterapia

**Centro universitario:** Escuelas Universitarias Gimbernat - Cantabria

**Fecha de entrega:** 09/06/2016

## Índice

<b>Resumen/Abstract .....</b>	<b>2-3</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>4-7</b>
<b>Metodología.....</b>	<b>8-15</b>
Diseño de la investigación y muestreo.....	8
Instrumentalización.....	8-9
Sujetos del estudio.....	9
Variables.....	10
Procedimiento.....	10-15
Análisis estadístico.....	15
<b>Resultados.....</b>	<b>15-19</b>
<b>Discusión.....</b>	<b>20-22</b>
<b>Conclusión.....</b>	<b>22</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>23-25</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>26-40</b>

## **RESUMEN**

**Introducción:** El triatlón es un deporte muy exigente en el cual encontramos un alto número de lesiones. Estas, obligan al deportista a frenar su progresión en los entrenamientos. Encontrar un método de prevención supondría un gran avance para este deporte.

**Objetivo:** El objetivo del presente estudio es dar luz a los cambios que se producen en el control del aparato locomotor en sujetos deportistas con historia previa de lesión pero asintomáticos en el momento del estudio.

**Diseño:** Estudio observacional

**Metodología:** A 28 triatletas se les envió un cuestionario donde se les preguntaba sobre tipos y volúmenes de entrenamiento, lesiones previas e información básica personal. Tras ello, se les sometió a la realización de 39 test con el fin de encontrar algún tipo de déficit en el aparato locomotor, estos, fueron realizados por dos fisioterapeutas con el fin de aumentar la precisión en la valoración.

**Resultados:** La comparación entre la incidencia de lesiones y la puntuación obtenida en el test fue estadísticamente significativa ( $p=0,004$ ), teniendo mayor puntuación los triatletas con menor número de lesiones y viceversa. No fueron encontradas más significaciones en otros aspectos como la comparación del IMC, el índice de lesiones y la puntuación del test, donde si fue observado un mayor índice de lesiones en extremidad inferior en participantes con un IMC  $>25$ .

**Conclusión:** La realización de un cribado músculo esquelético podría servir como herramienta de prevención primaria, secundaria o previa a la participación deportiva.

**Palabras clave:** Triatlón, lesiones, cribado del deportista

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Triathlon is a demanding work with a high injury incidence that force the athlete to slow down the training plan. Work out a prevention method would be advantage to this sport discipline

**Aim:** The goal of this trial is give some ideas about how change the movement system control in those individuals with a previous injury history but with no symptoms at the moment of the test.

**Design:** Observational study

**Methodology:** 28 selected athletes were sent a questionnaire asking for type and training volume, previous injuries and a personal profile. After they fill the questionnaire they have to pass a test with 39 items to cover, trying to find out some deficit in the movement system. The study was conducted for two independent physiotherapist.

**Results:** when the injuries and total score obtained were statistically compared the results has statistics significance ( $p=0,004$ ), where the better scores belongs to the non or less injured athletes and viceversa. When we try to compare, body mass index (BMI), injuries, test score there were not significant, we only observe some relationship between  $BMI>25$  and more injury index in the lower limb.

**Conclusion:** Make a muscle-skeletal screening could be use as a tool in primary prevention, secondary prevention or previously to practice sports.

**Key words:** Triathlon, injuries, sports screening.

## **INTRODUCCIÓN**

El triatlón es un deporte en auge, cada vez más gente en España y en el resto del mundo son aficionados al triatlón. El número de triatletas ha crecido exponencialmente en los últimos años <sup>1</sup>. Desde sus inicios en Hawái en 1978, donde se considera que se realizó la primera prueba de este deporte y en el que participaron uno pocos atletas, han pasado solo unas pocas décadas pero el número de participantes ha aumentado drásticamente. En Alemania en 2003 (solo un par de décadas más tarde) existían ya 750 equipos de triatlón con más de 250.000 triatletas en activo<sup>2</sup>. En España en 2014 había un total de 19.884 federados, 12.000 de los cuales se han obtenido la licencia en la última década. (Ministerio de educación, cultura y deporte de España, 2014)

Hay una gran variedad de distancias en las pruebas de triatlón, a saber, Sprint / corto, Olímpico, Media distancia 70.3, Ironman, y Ultraman, que tienen lugar en una competición en el mismo día, con la excepción del Ultraman que se lleva a cabo en tres días. El Sprint / modalidad corto, el más popular, comprende la natación 750m, a 20 km de ciclismo, ya 5 carrera a pie. La prueba olímpica de natación consta de 1.500 metros, a 40 km de ciclismo y 10 km de carrera a pie; la modalidad de media distancia son 1.900 metros nadando, a 90 km en bicicleta y 21 km corriendo. Un Ironman consiste en 3800m, a 180 kilómetros y 42 kilómetros, y la categoría de Ultraman consiste en nadar 10.000 metros, 421 km en bicicleta y 84 km de carrera<sup>3,4</sup>

Dado que nivel de exigencia de sus pruebas es muy alto, la patología es muy común entre sus practicantes<sup>5</sup>, sobre todo por sobreuso<sup>6</sup>. En cualquier deporte es fácil elaborar una serie de lesiones comunes asociadas a él<sup>7</sup>. El triatlón, es un deporte que se compone de tres disciplinas con grandes diferencias biomecánicas y fisiológicas entre ellas. Por esta razón la relación entre lesión y deporte es mucho más compleja de

elaborar. Sin embargo algunos estudios realizados nos dan a conocer el porcentaje de lesiones relacionadas con cada región corporal y en cuál de las 3 disciplinas se produce siendo estos los resultados de alguno de ellos.

La mayoría de lesiones en el triatlón son provocadas durante el entrenamiento <sup>8,9</sup>, sobre todo en la carrera a pie <sup>10,11,12</sup> en segundo lugar tenemos el ciclismo y por último como entrenamiento menos lesivo encontramos la natación <sup>13,14</sup>.

Respecto a la estructura lesionada, la que más incidencia presenta es la extremidad inferior <sup>6,9,15,16</sup>, también es muy frecuente la lesión en la columna lumbar baja <sup>17,18</sup> sin quitarle importancia a la extremidad superior <sup>14</sup>.

Por otro lado, los procedimientos de valoración de distintas disciplinas deportivas, se han centrado, en su origen, en la identificación de factores que excluirían a una persona de participar en ciertas actividades o se utilizaron para identificar el talento deportivo específico. Sin embargo, la idea errónea de que las valoraciones de los mismos pueden evitar lesiones ha sido cuestionada, ya que sólo proporcionan información individual que a menudo se basan en las recomendaciones de ejercicio estandarizadas, y pueden o no adaptarse a las necesidades específicas de un atleta <sup>19</sup>

Recientemente, este tipo de evaluación se ha desplazado hacia un enfoque más funcional basado en la suposición de que los déficit biomecánicos identificables en los patrones de movimiento básicos tienen el potencial de limitar el rendimiento y hacer que el atleta sea susceptible a las lesiones, utilizando un enfoque integrado incorporando los principios de la facilitación propioceptiva neuromuscular (PNF), la sinergia muscular y el aprendizaje motor. <sup>20,21</sup>

Durante la década del 90', Gray Cook y Lee Burton, comenzaron el desarrollo del Functional Movement Screen (FMS ), un test de valoración funcional integral para poseer un mapa completo del deportista previo a la participación en un programa de entrenamiento o bien antes del comienzo de un periodo preparatorio y que permita la evaluación de los patrones básicos del movimiento, importantes para crear un programa de entrenamiento individualizado centrado en cambiar o modificar dichos patrones de movimiento, en lugar de centrarse en la rehabilitación de las articulaciones y los músculos específicos<sup>20,21</sup>. Posteriormente el FMS ha sido objeto de multiples estudios con el fin de demostrar su validez<sup>22</sup>

Basándonos en esta serie de pruebas y añadiendo otra batería de test, queremos comprobar si la suma de todas estas pruebas pueden servir como herramienta de valoración músculo-esquelética, para la detección de déficit en deportistas que han superado la fase dolorosa de una lesión pero hay sospecha de una incompleta recuperación de la misma. Si existe la posibilidad de emplear estas pruebas como herramienta de prevención secundaria, primaria o incluso como cribado previo a la participación en el triatlón, con la intención de detectar a aquellos deportistas con un factor de riesgo más alto de lesión y poder así elaborar una preparación física previa.

## **METODOLOGÍA**

### **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Y MUESTREO**

Se trata de un estudio analítico, observacional y transversal en el tiempo. Enviamos cuestionarios a los participantes del estudio. En él, tenían que contestar un cuestionario acerca de tipos y volúmenes de entrenamiento, lesiones previas e información básica personal. Este cuestionario nos fue entregado después de realizar la batería de pruebas físicas empleadas en la segunda parte del estudio, para así no condicionar su evaluación.

La muestra fue obtenida de equipos de triatlón de Bizkaia (Peñota Dental Ezkerraldea Triatloi Taldea, Santurtziko Triatloi Taldea, Basque Team).

Para la obtención de la muestra se procedió al envío de un correo electrónico a varios triatletas de los equipos citados anteriormente explicándoles el objetivo del estudio y sus condiciones. De los 48 triatletas informados tomaron parte 30 de los cuales 28 pasaron los métodos de inclusión (23 hombres y 5 mujeres). Una vez conseguida la muestra los participantes firmaron un consentimiento (**Anexo 8**), donde se les dio información clara asegurando el anonimato de los datos utilizados e indicando la posibilidad de que los resultados del estudio pudieran ser objeto de publicaciones científicas.

## **INSTRUMENTALIZACIÓN**

Para la medida de los rangos de movimiento utilizamos un goniómetro de regleta. Los rangos medidos fueron las rotaciones de la articulación coxofemoral y las rotaciones y movimiento de flexo-extensión en la zona cervical.

Para la prueba de salto de valla utilizamos una valla regulable en altura. La altura de la tuberosidad anterior de la tibia es la referencia empleada y descrita por FSM para la valoración y evaluación del gesto solicitado.

Para la prueba “Y-balance” utilizamos cinta adhesiva para dibujar la Y en el suelo y además utilizamos un metro de carpintero común para realizar las mediciones.

Para la medida de la flexión dorsal (llevando la rodilla a la pared) utilizamos un papel de cuadrícula con las medidas ya indicadas.

Para el resto de pruebas el único material requerido fue una camilla regulable en altura.



## **SUJETOS DEL ESTUDIO**

### Criterios de inclusión:

- Deportistas federados en triatlón mayores de 18 años y menores de 60.
- Deportistas que lleven mínimo una temporada compitiendo en triatlón.
- Deportistas sin ningún dolor o patología que los mantenga fuera de los entrenamientos.
- Deportistas con el reconocimiento médico en orden.

### Criterios de exclusión:

- Deportistas que presenten cualquier tipo de patología degenerativa.
- Deportistas con diabetes.
- Cualquier deportista que presente tumores, infecciones, fracturas u osificaciones.
- Deportista con algún tipo de enfermedad neurológica.
- Deportistas embarazadas.
- Tratamiento quirúrgico en un periodo inferior a 6 meses.
- Triatletas profesionales

## **VARIABLES**

Variables continuas: Edad, IMC, número de lesiones, puntuación del test.

Variables categóricas: Sexo, volumen de entrenamiento.

## PROCEDIMIENTO

Se envió un cuestionario retrospectivo anónimo, y que constaba de cuatro grandes bloques, a cada uno de los triatletas seleccionados (**Anexo1**). El primer punto estaba relacionado con la edad, sexo e índice de masa corporal (IMC); el segundo con el volumen e intensidad de entrenamiento, kilometrajes semanales y mensuales, tiempo dedicado al calentamiento, estiramientos y fortalecimiento; el tercer punto trataba el historial médico previo y actual y; el cuarto, con el historial de lesiones que hayan impedido realizar deporte durante al menos tres semanas, las cuales fueron situadas en un “mapa corporal”.

Una vez recibidos todos los cuestionarios completados, los participantes fueron citados el mes de febrero de 2016 para realizar los test de cribado músculo-esquelético. Las pruebas se realizaron por dos examinadores y de forma independiente, sin intercambiar datos hasta concluir la exploración de todos los sujetos para evitar sesgos en la anotación de los resultados. Este cribado consta de 39 test sencillos en los que se valora la fuerza muscular, el rango o amplitud de movimiento (RDM) activo y pasivo, la coordinación y su funcionalidad (**Anexo2**).

La incapacidad de llegar a conclusiones diagnósticas con pocos test ha llevado al consenso a numerosos autores a que la agrupación de pruebas sea clave para alcanzar cierta certeza en el diagnóstico diferencial de patologías, como es el caso de la articulación sacro-ilíaca, patología del hombro<sup>23</sup>, cefaleas de origen cervicogénico, etc. Esta razón nos lleva a la realización de numerosos test con variabilidad de valores en su sensibilidad y especificidad que, de forma agrupada, aumenten los valores globales de certeza a la hora de llegar a ciertas conclusiones en el estudio.

Por ello, hemos ampliado los 7 test (**Anexo 3**) propuestos por el FMS<sup>20,21</sup> añadiendo un mayor número de pruebas con el fin de ser más exhaustivos a la hora de encontrar alguna deficiencia. Al realizarlo en triatletas, tuvimos en cuenta los tres deportes practicados por estos y nuestro objetivo era añadir pruebas que valorasen ambas extremidades así como la correcta ejecución de patrones motores.

Las pruebas realizadas las dividimos en cuatro grupos, a continuación los encontramos brevemente explicados cada uno de ellos:

- **Prueba muscular manual (PMM) (Anexo 4):** Dentro de este apartado realizamos 7 test diferentes. El criterio de evaluación que utilizamos fue el propio del FMS, ya que en el caso de utilizar el criterio de evaluación de Oxford al ser participantes deportistas, todos obtendrían una puntuación máxima con facilidad.

Para la evaluación fue aplicada una fuerza máxima por el evaluador en cada uno de los movimientos, el participante tenía que mantener la posición de manera isométrica durante 10seg, si era capaz, este, obtenía una puntuación máxima de 3 puntos. Si el participante mantenía la posición durante unos segundos pero luego cedía, se puntuaba con 2 puntos, y en el caso de que el participante no fuese capaz de soportar la fuerza aplicada era puntuado con 1 punto. La puntuación de 0 era dada en el caso de que el paciente padeciese dolor en cualquier momento de la realización de dicha prueba. El objetivo, es evaluar la fuerza y la correcta contracción de los diferentes grupos musculares.

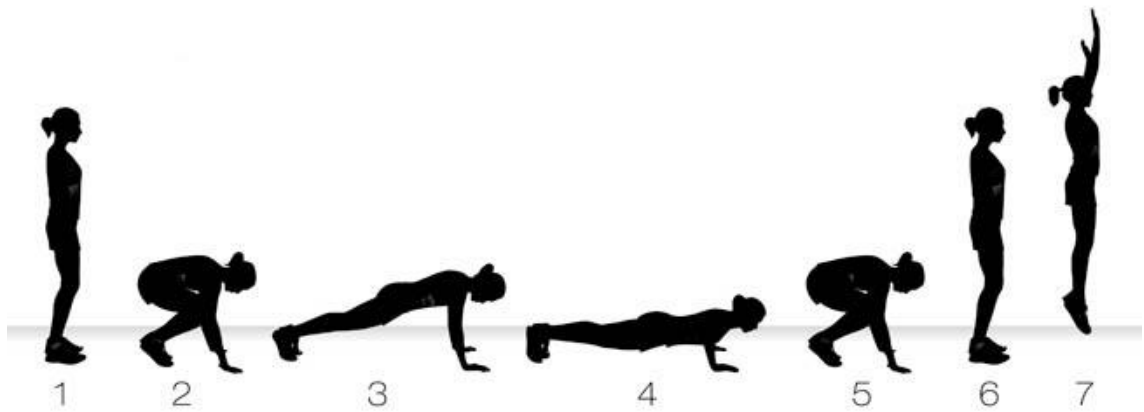
- **Rango de movimiento (ROM) (Anexo 5):** Los rangos de movimiento fueron medidos en su mayoría con goniómetro, extrayendo las medidas consideradas como normales (un 3 en el test) del libro *Functional Testing in Human*

*Performance*<sup>24</sup> y clasificando a partir de esa medida un déficit moderado (puntuación de 2 en el test) o severo (puntuación de 1 en el test), según iba disminuyendo el rango de movimiento, en caso de que al ejecutar el movimiento pedido por los examinadores, el sujeto refiriese dolor se le puntuaba con el mínimo posible, un 0. El fin de estas mediciones es detectar deficiencias en diferentes articulaciones, que como consecuencia estén pudiendo generar patrones de movimiento erróneos y por consiguiente inducir a posibles lesiones.

- **Pruebas funcionales (Anexo 6):** Hemos seleccionado 7 pruebas para la valoración de ciertos patrones de movimiento que consideramos importantes para deportistas de estas características. De igual forma a las anteriores hemos valorado de 0 a 3 todas ellas, puntuando con un 3 aquellas que son realizadas sin ningún tipo de compensación y de una forma correcta y bajando la puntuación en función grado de deficiencia encontrado en los sujetos. Estas pruebas valoran cosas muy variadas, como la capacidad de realizar una triple flexión en la extremidad inferior, la fuerza y el control motor en ciertos grupos musculares, la estabilización en bipedestación, etc.
- **Pruebas adicionales (Anexo 7):** Con la última batería de pruebas intentaremos valorar de una forma más dinámica las cualidades físicas de los sujetos, y es por ello que estas pruebas son activas y con un nivel de exigencia mayor para los participantes. Se ha seguido el mismo sistema de puntuación que en las anteriores, de 0 a 3. En esta parte hemos introducido algunos de los test sugeridos por el FMS y otros test activos que consideramos de interés para el estudio. El objetivo fundamental de este conjunto de test es valorar cómo reaccionan los sujetos a pruebas de una mayor exigencia y un mayor control de su cuerpo, además, estos test se han realizado dos veces, la segunda de ellas en

fatiga inducida por nosotros. De esta forma conseguimos una valoración más fidedigna del comportamiento de los sujetos ante una situación de estrés físico y por tanto más cercano a las situaciones de mayor potencial de lesión.

Para inducir la fatiga de manera fácil y eficaz los participantes realizaron “burpees” (**figura A**) al fallo, con esto conseguimos una fatiga global del cuerpo ya que es un ejercicio muy completo en el que se requiere gran coordinación y fuerza muscular, tanto de extremidades inferiores y extremidades superiores como del tronco.



**Figura A**

Partiendo de una posición de bipedestación, el participante se agacha y se coloca en prono apoyando las manos y los pies en el suelo, en esta posición se realiza una flexión, tras esta se vuelve a la posición de bipedestación y se realiza un salto. Se hará lo más rápido que sea posible durante el tiempo necesario hasta llegar al fallo muscular.

El objetivo principal de las pruebas realizadas no es determinar si el sujeto se mueve o no perfectamente, sino determinar que se puede mover dentro de unos niveles

considerados normales para un deportista, por encima de un nivel mínimo establecido. Algunas de las pruebas consisten en patrones de movimiento básicos que implican que se produzca un equilibrio entre movilidad y estabilidad, requiriendo un correcto control motor. De esta manera, se pretende analizar los desequilibrios bilaterales y unilaterales, así como la movilidad y estabilidad de las articulaciones y segmentos implicados.

De este modo, se identificarán aquellos movimientos que la persona no realiza correctamente.

- **Puntuación del test** <sup>25</sup>

Cada test, como bien se ha citado anteriormente, se puntúa de forma independiente del 0 al 3 de esta manera:

3- Ejercicio realizado correctamente, siguiendo el patrón estándar sin ninguna compensación.

2- Ejercicio realizado con compensaciones en la posición.

1- Ejercicio no realizado por incapacidad para desarrollar el patrón de movimiento o imposibilidad de mantener la posición de partida.

0- Dolor en la ejecución del ejercicio

La puntuación máxima al realizar todas las pruebas es de 210 puntos ya que muchas de las mediciones se realizan de forma bilateral. Los rangos utilizados para la puntuación de dichas pruebas han sido obtenidas del libro *Functional Testing in Human*

*Performance* <sup>24</sup>

La evaluación y puntuación de todos los test y pruebas fue realizada de forma paralela por ambos examinadores, cada uno anotaba en un folio diferente, realizando después la media de todas las puntuaciones para obtener una mayor precisión en la valoración.

## **ANALISIS ESTADÍSTICO**

Las variables categóricas se han descrito mediante frecuencias y porcentajes y las variables continuas mediante la media y la desviación típica.

Para comparar las variables categóricas se ha utilizado el test estadístico chi cuadrado o el test estadístico Fisher cuando las frecuencias esperadas son menores a 5.

Para comparar las variables continuas con las variables dicotómicas se ha utilizado la prueba estadística t-de student para muestras independientes puesto que las variables continuas siguen una distribución normal

Se ha utilizado el programa estadístico SPSS vs 23.0

## **RESULTADOS**

De los 28 participantes obtenidos, 23 personas el 82,1 % fueron hombres y 5 (17,9%) mujeres, la edad media fue de  $36,50 \pm 6,32$  y su IMC fue de  $23,03 \pm 1,92$ , 4 de los participantes tenían un  $IMC > 25$ , lo que se podría considerar obesidad.

Respecto al volumen de entrenamiento que realizaban los participantes fue bajo en el 3,5%, medio en el 50%, alto en el 39,3% y muy alto en el 7,1%.

En cuanto a las lesiones, 22 participantes (78,6%) tuvieron alguna lesión, mientras que 6 (21,4%) no tuvo ninguna. Teniendo en cuenta solo los participantes que han tenido lesiones, la media de lesión por participante es de 2,54.

Estos datos se resumen en la **tabla 1**.

<b>Sujetos (N)</b>		<b>28</b>
<b>Sexo</b>	Hombres	23 (82,2%)
	Mujeres	5 (17,9%)
<b>Edad (años)</b>		36,5±6,3
<b>IMC</b>		23,0±1,9
<b>Volumen de entrenamiento</b>	Bajo	3,5%
	Medio	50%
	Alto	39,3%
	Muy alto	7,1%
<b>Lesiones</b>	Si	78,6%
	No	21,4%

**Tabla 1**

En la **tabla 2** observamos que el 20 % de las mujeres y el 4,3% de los hombres tuvieron alguna lesión en extremidades superiores. En el tronco encontramos que las mujeres no tuvieron ninguna lesión, y el 21,7% de los hombres en cambio sí que tuvieron. También podemos ver que el 60% de las mujeres y el 78,3% de los hombres tuvieron alguna lesión en extremidades inferiores. Respecto a la media de la puntuación obtenida en el test, en las mujeres fue de un 189,40±8,26 y en los hombres 185,17±9,45, valores muy parecidos en ambos casos.



En esta tabla podemos observar que el mayor índice de lesión se encuentra en las extremidades inferiores, tanto en hombre como en mujeres, teniendo un porcentaje global del 75%.

Variables	Mujeres (N=5)	Hombres (N=23)
Lesiones en extremidad superior	1 (20%)	1 (4,3%)
Lesiones en tronco	0	5 (21,7)
Lesiones en extremidad inferior	3 (60%)	18 (78,3%)
Puntuación del test	189,40±8,26	185,17±9,45

**Tabla 2**

En la siguiente tabla (**tabla 3**), dividimos el IMC en dos grupos (IMC<25 e IMC>25) y lo comparamos con el porcentaje de lesiones en extremidad superior, extremidad inferior y tronco. Aunque los datos obtenidos no fueron estadísticamente significativos, observamos que el 100% de los participantes con un IMC>25 presentaron alguna lesión en extremidades inferiores. Sería interesante conocer si esta relación entre un IMC elevado (>25) y lesión, es causa o consecuencia, una de la otra, o en muestras más grandes sería un valor que carecería de significancia estadística, como en el grupo estudiado.

Variables	IMC >25 (N=3)	IMC<25 (N=25)	P-valor
Lesiones en extremidad superior	0	8,0%	P=0,999
Lesiones en tronco	33,3%	16,0%	P= 0,459
Lesiones en extremidad inferior	100,0%	72,0%	P=0,551

**Tabla 3**

Por último, comparamos el índice de lesiones con la puntuación obtenida en los test (**tabla 4**). En extremidad superior, las dos personas que habían tenido lesiones obtuvieron una puntuación de  $186,54 \pm 9,32$ , y los que no habían tenido lesiones (26) en cambio  $178,00 \pm 1,41$ , respecto al tronco las 5 personas que tuvieron lesiones, consiguieron una puntuación media de  $185,60 \pm 13,54$ , y las 23 restantes, sin lesiones tenían una puntuación de  $186,0 \pm 8,46$ , los datos de estos dos segmentos corporales no fueron significativos con un valor  $p=0,215$  y  $p=0,932$  respectivamente. Si observamos las lesiones en la extremidad inferior, vemos que los participantes lesionados (21) obtuvieron una puntuación de  $183,81 \pm 9,69$ , siendo esta menor que la obtenida por los participantes sin lesión (7) que fue de  $192,29 \pm 3,04$ , y esas diferencias fueron estadísticamente significativas ( $p=0,002$ ).

Además, si convertimos las tres variables de lesión en una sola variable categórica observamos que los pacientes que han sido alguna vez lesionados (22) tienen una puntuación en el test de  $184,23 \pm 9,66$  que vuelve a ser menor que la obtenida por los

participantes que no han sido nunca lesionados (6) que es de  $192,17 \pm 3,31$ , volviendo a conseguir nuevamente un valor estadísticamente significativo.

A la luz de estos resultados se puede apuntar que los sujetos nunca lesionados presentan una mejor puntuación frente a los sujetos lesionados. Esta significancia estadística también la encontramos cuando la patología o lesión previa del participante en el estudio se ha dado en el miembro inferior, luego surge una nueva pregunta a estudio, ¿son estos resultados causa o consecuencia de la lesión como se apuntan en otros estudios relativos a las lesiones del E.I? <sup>23</sup>

Por lo que podemos decir que los participantes que no han estado nunca lesionados obtienen una mayor puntuación en los test de cribado músculo esquelético realizado que los participantes que han tenido algún tipo de lesiones, sobre todo en extremidad inferiores.

		Puntuación test	p-valor
Lesiones extremidad superior	Sí (n=2)	186,54±9,32	p=0.215
	No (n=26)	178,00±1,41	
Lesiones tronco	Si (n=5)	185,60±13,54	p=0,932
	No (n=23)	186,0±8,46	
Lesiones extremidad inferior	No(n=7)	192,29±3,04	p=0,002
	Si (n=21)	183,81±9,69	
Lesiones globales	Si (n=22)	184,23±9,66	p=0,004
	No (n=6)	192,17±3,31	

**Tabla 4**

En azul los datos estadísticamente significativos

## **DISCUSIÓN**

Los resultados del presente estudio añaden importancia a una discusión más seria a la relación entre volumen de entrenamiento, lesiones previas y herramientas para la evaluación de déficit motores y de rango en sujetos deportistas con lesiones previas, para la prevención primaria o secundaria de lesiones en el triatlón.

Aunque el escaso número de sujetos en el estudio es el mayor problema planteado en la metodología y no es suficiente muestra para la obtención de datos relevantes en la comunidad científica, tanto en contra como a favor, deja abierta la puerta a un estudio más amplio y con muestra adecuada para confirmar que factor es más determinante (volumen de entrenamiento<sup>26</sup>, calidad de entrenamientos o las lesiones previas<sup>5</sup>) en el déficit hallado durante la exploración del deportista, como pueda ser el caso de la estabilización del tronco en los distintos planos<sup>28</sup>

Entre los problemas planteados en la metodología también se encuentran la inexperiencia de los examinadores. Error que se ha intentado atenuar con el doble exploración de forma ciega y comparando, a posteriori, los resultados numéricos de ambos.

Otro de los principales obstáculos encontrados en el desarrollo del trabajo se debió a problemas de agenda y hacer coincidir los horarios de los deportistas explorados con momentos del día donde no hubiera actividad deportiva previa, y por tanto fatiga, que pudiera modificar los resultados de los datos obtenidos en las diferentes pruebas activas y pasivas.

Si bien los resultados del estudio son concluyentes, se considera que la masa estudiada no ha sido la suficiente para valorar si realmente existen déficit en alguna de las tareas evaluadas, esto deja sin solventar si los test utilizados en el estudio pueden ser empleados en la disciplina deportiva del triatlón como herramienta de detección de

problemas a resolver. Debería repetirse este estudio con una muestra mayor a fin de averiguar si este posible sistema de prevención puede funcionar como parece indicar en estudios anteriores realizados en otras disciplinas deportivas como el fútbol o el atletismo<sup>29,30</sup>

Se dejan las puertas abiertas a un estudio donde se preste atención al control del complejo lumbar-pelvis-cadera y la relación de alteraciones en tales tareas en presencia de lesión, con lesiones pasadas y sin lesiones para averiguar si puede ser un factor secundario a un problema inicial de lesión o primario y por tanto facilitadora del proceso lesional.

Los datos muestran relación entre una puntuación inferior en la batería de test propuestos y un mayor número de lesiones en extremidad inferior en los sujetos estudiados. Estos datos son significativos, aunque dado el bajo volumen de participantes su relevancia no es toda la deseada. Los datos de este estudio, a pesar del volumen, sí que son interesantes, ya que nos orientan a realizar más estudios en este sentido con el fin de alcanzar un proceso de valoración fácil y rápida a modo de screening de pre-participación en un deporte tan exigente como es el triatlón.

Podríamos incluso utilizar esta serie de test como proceso de prevención secundaria, ya que estableciendo unos límites claros en la puntuación de los test, en los cuales se identifique que sujetos son más sensibles de padecer futuras lesiones, se puede enfocar una preparación física previa individualizada y más competente para estos individuos con el fin de minimizar las posibilidades de lesión.

La relación entre un mayor número de lesiones previas y una puntuación menor en los test, nos ofrece una interesante reflexión, ¿Es la ausencia de dolor una prueba concluyente de la total recuperación de lesiones? Un gran número de test buscan la provocación de dolor como confirmación de que una estructura está dañada, y por

consiguiente, si no hay dolor, esa estructura se da por hecho que esta recuperada, sin embargo, los datos obtenidos nos orientan a pensar que a pesar de poder realizar actividad física sin dolor, puede que no se hayan normalizado los valores previos a una lesión, y de esta forma estar expuesto a posibles recaídas o a bajadas de rendimiento deportivo.

Por último, encontramos una relación entre un IMC > 25 y lesiones en extremidad inferior, el 100% de los participantes del estudio con un índice de masa corporal mayor de 25 presentan lesiones en extremidad inferior. Este dato no es significativo ya que solo 3 de los participantes tienen dicho IMC, pero esta relación puede ser interesante investigarla con un futuro estudio en el que la muestra sea superior y se pueda averiguar si efectivamente, esta relación existe, como parecen indicar los datos. Se podría así, clarificar un factor de riesgo de lesiones en el triatlón, el excesivo peso del deportista.

## **CONCLUSIÓN**

Estudios recientes sugieren que la inconsistencia en los resultados a la hora de tratar ciertas patologías relativas al miembro inferior<sup>28</sup> pueden ser debidos a una falta de entendimiento de los cambios que operan en estructuras alejadas al lugar de la lesión.

Los datos obtenidos en este estudio han demostrado que los triatletas con un historial mayor de lesiones han obtenido una menor puntuación en el test, que aquellos triatletas con un historial mínimo de lesiones.

El objetivo del presente estudio ha sido enfatizar los cambios que se producen en el control del aparato locomotor en sujetos deportistas con historia previa de lesión pero asintomáticos en el momento del estudio. Y emplear los datos como herramienta de prevención primaria, secundaria o previa a la participación deportiva.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Gosling C, Gabbe B, Forbes A. Triathlon related musculoskeletal injuries: The status of injury prevention knowledge. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2008;11(4):396-406.
2. Eggerman M, Brocai D, Lill C, Schmitt H. Analysis of Injuries in Long-Distance Triathletes. *International Journal of Sports Medicine*. 2003;24(4):271-276.
3. Andersen C, Clarsen B, Johansen T, Engebretsen L. High prevalence of overuse injury among iron-distance triathletes. *British Journal of Sports Medicine*. 2013;47(13):857-861.
4. Bertola I, Sartori R, Corrêa D, Zott T, Gomes A. Profile of injuries prevalence in athletes who participated in SESC Triathlon Caiobá-2011. *Acta ortop bras*. 2014;22(4):191-196.
5. Burns J, Keenan A, Redmond A. Factors Associated With Triathlon-Related Overuse Injuries. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003;33(4):177-184.
6. O'Toole ML, Hiller WDB, Smith RA, et al. Overuse injuries in ultraendurance triathletes. *Am J Sports Med* 1989;17(4):514—518.
7. Lopes A, Hespanhol L, Yeung S, Costa L. What are the Main Running-Related Musculoskeletal Injuries?. *Sports Med*. 2012;42(10):891-905.
8. Wilk BR, Fisher KL, Rangelli D. The incidence of musculoskeletal injuries in an amateur triathlete racing club. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995;22(3):108—12.

9. Cipriani DJ, Swartz JD, Hodgson CM. Triathlon and the multisport athlete. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;27(1):42—50.
10. Korkia PK, Tunstall-Pedoe DS, Maffulli N. An epidemiological investigation of training and injury patterns in British triathletes. *Br J Sports Med.* 1994;28:191-196.
11. Migliorini S. An epidemiological study of overuse injuries in Italian national triathletes in the period 1987-1990. *J Sports Traumatol Rel Res.* 1991;13:197-206.
12. Galera O, Gleizes-Cervera S, Pillard F, Rivière D. Prevalencia de lesiones en triatletas de una liga francesa. *Apunts Med Esport.* 2012;47(173):9–15
13. Bales J, Bales K. Swimming Overuse Injuries Associated With Triathlon Training. *Sports Medicine and Arthroscopy Review.* 2012;20(4):196-199.
14. Zwingerberger S, Valladares R, Walther A, Beck H, Stiehler M, Kirschner S et al. An epidemiological investigation of training and injury patterns in triathletes. *Journal of Sports Sciences.* 2013;32(6):583-590.
15. Ireland ML, Michelli LJ. Triathletes: Biographic data, training, and injury patterns. *Ann Sports Med* 1987;3(2):117—120.
16. Clements K, Yates B, Curran M. The prevalence of chronic knee injury in triathletes. *British Journal of Sports Medicine.* 1999;33(3):214-216.
17. Vleck VGarbutt G. Injury and Training Characteristics of Male Elite, Development Squad, and Club Triathletes. *International Journal of Sports Medicine.* 1998;19(01):38-42.



18. Manninen J, Kallinen M. Low back pain and other overuse injuries in a group of Japanese triathletes. *British Journal of Sports Medicine*. 1996;30(2):134-139.
19. Moran R, Schneiders A, Major K, Sullivan S. How reliable are Functional Movement Screening scores? A systematic review of rater reliability. *British Journal of Sports Medicine*. 2015;50(9):527-536.
20. Cook G, Burton L, Hoogenboom B. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function. *NAJSPT*. 2006; 1(2): 2-12.
21. Cook G, Burton L, Hoogenboom B. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function. *NAJSPT*. 2006; 1(3): 32-36.
22. Bonazza N, Smuin D, Onks C, Silvis M, Dhawan A. Reliability, Validity, and Injury Predictive Value of the Functional Movement Screen: A Systematic Review and Meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*. 2016;.
23. Hegedus E, Goode A, Cook C, Michener L, Myer C, Myer D et al. Which physical examination tests provide clinicians with the most value when examining the shoulder? Update of a systematic review with meta-analysis of individual tests. *British Journal of Sports Medicine*. 2012;46(14):964-978.
24. Reiman Manske R. *Functional testing in human performance*. Champaign, IL: Human Kinetics; 2009.
25. Teyhen D, Shaffer S, Lorensen C, Halfpap J, Donofry D, Walker M et al. The Functional Movement Screen: A Reliability Study. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012;42(6):530-540.

26. Shaw T, Howat P, Trainor M, Maycock B. Training patterns and sports injuries in triathletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2004;7(4):446-450.
27. Brumitt J, Matheson J, Meira E. Core Stabilization Exercise Prescription, Part I: Current Concepts in Assessment and Intervention. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*. 2013;5(6):504-509.
28. Biabanimoghadam M, Motealleh A, Cowan S. Core muscle recruitment pattern during voluntary heel raises is different between patients with patellofemoral pain and healthy individuals. *The Knee*. 2016;.
29. Kiesel K, Plisky P, Voight M. Can serious injury in professional football be predicted by a preseason functional movement screen?. *NAJSPT*. 2007; 2(3):147-158
30. Chorba R, Chorba D, Bouillon L, Overmyer C, Landis J. Use of a functional movement screening tool to determinate injury risk in female collegiate athletes. *NAJSPT*. 2010; 5(2): 47-54.

## **ANEXOS**

### **- Anexo 1: Cuestionario enviado**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Fecha Nacimiento: \_\_\_\_\_

IMC (índice de masa corporal): \_\_\_\_\_

Esta evaluación funcional del deportista, tiene como intención destacar problemas articulares/musculares/nerviosos como obstáculo al empleo eficaz de tu cuerpo. El objetivo es identificar movimientos asimétricos, rigideces musculares, desequilibrios o asimetrías en la fuerza, limitaciones o restricciones articulares, patrón de reclutamiento muscular alterados.

Por favor, completa los siguientes datos como consentimiento a tu participación en esta evaluación biomecánica.

Firma del participante/padre/tutor: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

---

Kilometraje semanal más alto nadando el año pasado:      Kilometraje semanal actual:

Kilometraje semanal más alto en bicicleta el año pasado:      Kilometraje semanal actual:

Kilometraje semanal más alto corriendo el año pasado:      Kilometraje semanal actual:

¿Con qué frecuencia, de media semanal, haces algo de lo siguiente?

Levantar pesas: \_\_\_\_\_

Realizar un calentamiento Dinámico: \_\_\_\_\_

Trabajos de estabilidad (CORE) \_\_\_\_\_

Más de 5 minutos de automasaje con rodillo o hielo: \_\_\_\_\_

Realizas alguna sesión específica de estiramiento

---

Historia Médica: (señala aquellos aplicables en tu caso)

<input type="checkbox"/> HTA	<input type="checkbox"/> Osteoporosis
<input type="checkbox"/> Alergias	<input type="checkbox"/> Disfunción de suelo pélvico
<input type="checkbox"/> Cáncer	<input type="checkbox"/> Embarazo
<input type="checkbox"/> Problemas Cardíacos	<input type="checkbox"/> Trastornos del tracto respiratorio
<input type="checkbox"/> Diabetes	<input type="checkbox"/> Artritis reumatoide

Prescripción actual de medicamentos:\_\_\_\_\_

Cirugías previas:\_\_\_\_\_

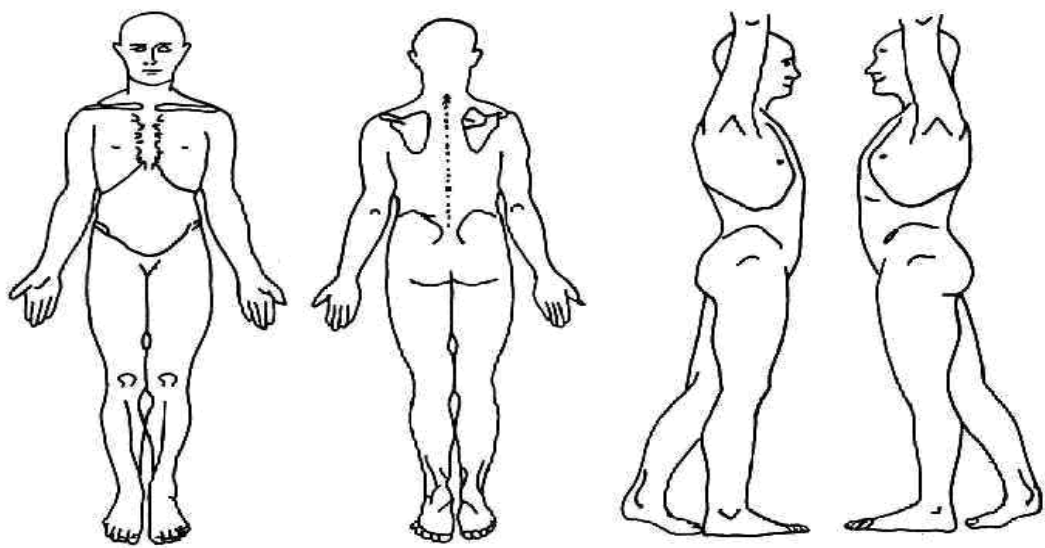
¿Te han hecho alguna resonancia, escaner, conducción nerviosa, proloterapia, infiltración de esteroides en los últimos 2 años?

(Rodea lo que corresponda) **SI** o **NO**. ¿En caso de **SI**, por qué razón?\_\_\_\_\_

¿Sueles visitar con frecuencia o en la actualidad otros profesionales de la salud? **SI/NO**.En caso de SI ¿Quién/es?\_\_\_\_\_

Enumera cualquier lesión que te haya impedido realizar tu práctica deportiva habitual más de dos semanas:

AÑO	LESIÓN	SOLUCIONES	¿CUÁLES CREES QUE FUERON SUS CAUSAS?



\*Indique en este dibujo la zona de dolor de cada lesión (si son más de una diferencíalo con diferentes colores)

¿Cómo calificarías (de 0 a 10) tu TENACIDAD como DEPORTISTA?

Historial actual (fase de la temporada):

Historial de entrenamiento (volumen y carga, sesiones de fuerza, series..etc):

- Natacion:
- Ciclismo:
- Carrera a pie:
- Entrenamiento de fuerza:

Historia médica actual:

Impresión (sensaciones, molestias...):

- Anexo 2: Test realizados

NOTAS	Pobre	M o d	Excel ent	De Pie	Excel ent	M o d	Pobre	NOTAS
				F/E cervical				
				Rot/F cervical				
				Movilidad del hombro F/AD/RE (Mano a borde superior de escápula contraria)				
				Movilidad del hombro E (E/RI/AD; mano a borde inferior de escápula contraria)				
				Sentadilla Craneal				
				Flexion				
				Extension				
				Rotation				
				Flexión Lateral				
				Marcha de corredor	10 seg	<1 0 sg	no puede 1-2 seg	
				Paso de valla				
				Sentadilla monopodal				
				Estabilización en bipe				

	<25	25-30	30	Elevaciones de talón	30	25-30	<25	
	20	30	40	Windlass activo	40	30	20	
	<5,>17,5	<7,5,>15,5	7,5-17,5cm	Movilidad en FD (tobillo)	7,5-17,5cm	<7,5,>15,5	<5,>17,5	
	Pobre	Mód	Excelente	Supino	Excelente	Mód	Pobre	
	0-10	##	20	Prueba deThomas	20	##	0-10	
	<40 ó >100	40-70	80	EPEA	80	40-70	<40 ó >100	
	<30	40-50	60	RE cadera @90º	60	40-50	<30	
	<20>50	20-30	40	RI cadera @90º	40	20-30	<20>50	
				FABER/FADIR				
				PMM Tobillo				
	Pobre	Mód	Excelente	Prono	Excelente	Mód	Pobre	
	2 puños	1 puño	toca glúteo	Longitud Qceps	toca glúteo	1 puño	2 puños	
	10	20	30	E pasiva de cadera	30	20	10	
	<30	30-	50	RE a 0 grados	50	30-	<30	
	<30	30-	50	RI a 0 grados	50	30-	<30	
				Figura de 4 (flexibilidad de cadera)				
				PMM de E cadera				

			PMM de ITs a 90º				
	<b>Pobre</b>	<b>Mod</b>	<b>Excelent</b>	<b>Decúbito lateral</b>	<b>Excelent</b>	<b>Mod</b>	<b>Pobre</b>
				PMM AB/RE a 90º y 45º			
				PMM ABD			
				PMM RI			
				PMM Adds			
				<b>Adicional</b>			
				Y-Balance			
				Fondo-estabilidad de tronco			
				Prueba de m.s. en CCC			
				Puente en supino (progresión)			
				Plancha prono (progresión)			
				plancha lateral (progresión)			



- **Anexo 3: explicación de los test propuestos por FMS**

- **DEEP SQUAT (Sentadilla profunda)**

La sentadilla es un movimiento básico presente en numerosas situaciones, siendo la posición de partida (base position) en múltiples deportes y un ejercicio con gran transferencia para el salto, presente en la práctica totalidad de los protocolos de entrenamiento orientados a la fuerza y la potencia. La sentadilla profunda es una prueba que desafía la mecánica del cuerpo cuando se realiza correctamente, por lo que se utiliza para evaluar la movilidad bilateral, simétrica y funcional de las caderas, las rodillas y los tobillos (triple flexo-extensión). Cuando realizamos una sentadilla profunda con flexión bilateral de hombros en el plano sagital (overhead squat) podemos analizar la movilidad bilateral y simétrica de los hombros y la columna torácica, así como la estabilidad y el motor de control de la musculatura del core. La capacidad de realizar un deep squat implica, por tanto, una correcta capacidad de dorsiflexión, flexión de rodilla y de cadera, así como disociación lumbopélvica, extensión torácica y la flexión de hombros con un buen RDM de la articulación glenohumeral.

- **HURDLE STEP (Paso de valla)**

El hurdle step o paso de obstáculo es un test diseñado para poner a prueba la mecánica de la zancada, implicando un movimiento con adecuada coordinación y estabilidad pélvica en el plano frontal y sagital, así como equilibrio monopodal. De este modo, puede observarse la movilidad funcional bilateral de rodillas, caderas y tobillos.

La realización correcta de la prueba requiere, igualmente, una gran estabilidad de rodilla y tobillo, así como la máxima extensión de cadera en un trabajo de cadena cinética cerrada. También implica la dorsiflexión del pie de apoyo y flexión de rodilla y cadera, todo ello manteniendo el equilibrio en apoyo monopodal, por lo que requiere control de la estabilidad dinámica.

- **IN-LINE LUNGE (Zancada en línea)**

Consiste en realizar un lunge en línea mientras se sostiene una barra recta en contacto con la región posterior del cráneo, la región dorsal y la línea interglútea. La longitud de la zancada debe ser equivalente a la distancia existente entre el suelo y la tuberosidad

tibial del sujeto cuando está de pie. Este movimiento trata de simular situaciones de desaceleración y rotación lateral, de forma que se pone a prueba la estabilidad del tronco y las extremidades para mantener la correcta alineación y estabilidad en el plano frontal, así como la alineación de la columna en el plano sagital. Del mismo modo, se evalúa la movilidad y estabilidad de la cadera, flexibilidad del cuádriceps, estabilidad de la rodilla y dorsiflexión. A su vez, el deportista debe mostrar el equilibrio adecuado debido a la inestabilidad lateral impuesta.

#### - **SHOULDER MOVILITY (Movilidad de hombros)**

El objetivo de este test es examinar la movilidad bilateral glenohumeral y la interacción entre los hombros en movimiento, combinando la rotación interna con aducción de un hombro con la rotación externa y abducción del otro. Del mismo modo, se pone en evidencia la movilidad escapular y la capacidad de extensión torácica del individuo.

El procedimiento requiere medir la longitud de la mano desde el pliegue de la muñeca hasta la punta del dedo central. Esta distancia se tomará como referencia a la hora de puntuar la separación que quede entre los dos puños cerrados cuando se realiza el movimiento descrito anteriormente, tratando el individuo de juntar ambas manos entre sí en la espalda.

#### - **ACTIVE STRAIGHT LEG RAISE (ASLR)**

La elevación activa de pierna estirada (ASLR) consiste en realizar una flexión unilateral de cadera en posición decúbito supino mediante la elevación activa de una pierna estirada. Esta prueba pone en evidencia la capacidad de disociar las extremidades inferiores del tronco, manteniendo la compactación abdominal y la estabilidad del torso. Naturalmente, también se evalúan la flexibilidad activa de los isquiotibiales y de los flexores plantares de la pierna elevada mientras se mantienen la estabilidad pélvica y central.

#### - **TRUNK STABILITY PUSH-UP (Flexión con estabilidad del tronco)**

En esta prueba el sujeto se sitúa en posición decúbito prono con los pies juntos y los tobillos en dorsiflexión. Las manos se sitúan normalmente a la anchura de los hombros, con los pulgares a la altura de la frente en los hombres y a nivel de la barbilla en las mujeres. El objetivo es realizar una flexión o push-up manteniendo las piernas

extendidas y la columna neutra, sin arqueamiento lumbar y levantando el cuerpo en bloque. De este modo, se evalúa la estabilidad central del individuo en el plano sagital en un movimiento simétrico de cadena cinética cerrada. Este test se emplea debido a la implicación de la musculatura estabilizadora del tronco en la actividad deportiva a la hora de transferir eficientemente la energía a través del core hacia las extremidades y minimizando el estrés sobre estructuras pasivas.

- **ROTARY STABILITY (Estabilidad en rotación)**

El test de estabilidad en rotación se realiza en posición de cuadrupedia, realizándose la posición de flexión de hombro y extensión de la cadena homolateral o contralateral de forma simultánea (ejercicio bird-dog) para seguidamente llevar el codo y la rodilla de dichas extremidades a tocarse a la altura del vientre, manteniendo el apoyo sobre la mano y rodilla de las extremidades libres. Es una prueba que pone en evidencia la coordinación del sujeto y la estabilidad asimétrica del tronco en los planos frontal y transversal mientras se produce movimiento de las extremidades superiores e inferiores. Muchas actividades deportivas requieren un control multiplanar del movimiento por lo que es importante contar con una transferencia correcta de energía a través de la musculatura estabilizadora del tronco, para lo cual este test puede constituir una herramienta interesante.

- **Anexo 4**

- Prueba muscular manual (PMM):

*Tobillo:* Valoraremos todos los posibles movimientos de tobillo contra resistencia. Serán valorados la flexión dorsal, flexión plantar, inversión y la eversión.

*Extensión de cadera:* Valoramos la fuerza muscular en la extensión de cadera con el participante en prono.

*Isquiotibiales:* Se valora la fuerza muscular de los isquiotibiales con el paciente en prono partiendo de una flexión de rodilla de 90°.

*Abducción + rotación externa:* Valoramos la fuerza muscular de la ABD+RE a 90° y 45°.

*Abducción de cadera:* Con el participante en decúbito lateral valoramos la fuerza muscular de los abductores de cadera.

*Rotación interna de cadera:* Con el participante en decúbito lateral valoramos la fuerza muscular de los rotadores internos de cadera.

*Aducción de cadera:* Con el participante en decúbito lateral valoramos la fuerza muscular de los aductores de cadera.

- **Anexo 5**
- Rango de movimiento (ROM)

*Flexión y extensión cervical*

*Rotación cervical:* El paciente realizaba una rotación cervical intentando llevar la barbilla a la clavícula correspondiente.

*Rotaciones multisegmentales en el eje vertical:* Con el paciente sobre una línea recta dibujada en el suelo con cinta adhesiva y sujetando un palo de fregona con ambas manos (brazos en abd de 90°) y sin separarlo del pecho, pedimos al paciente que rote, una vez llegado al rango máximo del paciente dejamos caer una plomada desde la línea recta que dibuja el palo y medimos el ángulo resultante entre la línea de cinta adhesiva del punto de partida hasta la línea creada con la plomada.

*Flexión de tronco*

*Extensión de tronco*

*Inclinación de tronco*

*RE y RI de cadera a 90°*

*RE y RI de cadera a 0°*

*Extensión pasiva de cadera:* Con el paciente en prono llevamos la extremidad hacia la extensión.

*Movilidad en flexión dorsal de tobillo:* Se realizó valorando a que distancia de la pared se podía colocar el paciente llegando a tocar esta con la rodilla sin elevar el talón.

- **Anexo 6**

- Pruebas funcionales

*Marcha de corredor:* Valora la capacidad de realizar la triple flexión (Flexión de cadera, flexión de rodilla y flexión de tobillo)

*Sentadilla monopodal:* Evalúa la fuerza funcional, control motor y flexibilidad dinámica de la extremidad inferior por vía monopodal. Se puede valorar el rango de movimiento en el plano frontal y en el sagital, además de poder evaluar el rango de movimiento de flexión de la cadera, rodilla y pie.

*Estabilización en bipedestación:* Se realiza un empuje caudal desde los hombros, con el objetivo de ver si el paciente tiene una buena estabilización o por lo contrario se traslada hacia anterior o hacia posterior.

*Elevación de talón:* Evaluamos la capacidad del paciente para realizar 30 repeticiones con cada extremidad evitando cualquier tipo de compensaciones

*Windlass activo:* Valora la flexibilidad de la metacarpofalangica del primer dedo del pie.

*FABER/FADIR:* Evalúa la correcta movilidad de caderas y la flexibilidad de las mismas.

*Figura de 4 (flexibilidad de cadera):* Determina la flexibilidad de la articulación de la cadera. El participante en prono sobre la camilla, la pierna a valorar en ligera abducción y flexión de rodilla situando el maléolo peroneal bajo la tuberosidad tibial anterior.

- **Anexo 7**

- Pruebas adicionales

*Y-balance:* Identifica los planos de movimiento en los que hay dificultad y los que están disminuidos.

*Fondo-estabilidad de tronco:* Evalúa la habilidad de estabilizar el tronco en un plano anterior y posterior mientras se realiza un movimiento de la parte superior del cuerpo en cadena cinética cerrada (CCC).

*Prueba de MMSS( miembro superior) en CCC:* Evalúa la fuerza, la resistencia y la estabilidad en CCC de la extremidad superior.

*Puente en supino:* Evaluar la resistencia estática y el control del tronco en supino

*Plancha en prono:* Evaluar la resistencia estática y el control del tronco en prono

*Plancha lateral:* Determina la resistencia de los músculos flexores laterales del tronco bilateralmente

- **Anexo 8: Consentimiento informado**

## HOJA DE INFORMACIÓN AL/A LA PARTICIPANTE

Nombre del/de la candidato/a participante en el estudio: .....

.....

Diseño: Estudio transversal observacional

Objetivos: El objetivo del presente estudio es dar luz a los cambios que se producen en el control del aparato locomotor en sujetos deportistas con historia previa de lesión pero asintomáticos en el momento del estudio.

Metodología utilizada: Se recogerán los datos de los participantes junto con el volumen de entrenamiento y el historial de lesiones de los mismos, tras ello, se realizará un estudio musculo-esquelético con el fin de encontrar déficits o disfunciones en el aparato locomotor.

### **Participación en el estudio**

Su participación en este estudio es totalmente voluntaria y si durante el transcurso del estudio usted decide retirarse, puede hacerlo libremente en el momento en que lo considere oportuno, sin ninguna necesidad de dar explicaciones y sin que por este hecho deba verse alterada su relación con el/la investigador/a principal, los/las investigadores/as colaboradores/as, los/las monitores/as o el patrocinador del estudio.

### **Confidencialidad de los datos**

Los resultados de las diversas pruebas realizadas, así como toda la documentación referente a su persona son absolutamente confidenciales y únicamente estarán a disposición del/de la investigador/a principal, los/las colaboradores/as, la dirección de la E.U. Gimbernat (en calidad de promotor) y el Servicio Universitario de Investigación Gimbernat-Cantabria (SUIGC), y las autoridades sanitarias competentes, si es el caso.

Todas las medidas de seguridad necesarias para que los/las participantes en el estudio no sean identificados y las medidas de confidencialidad en todos los casos serán completas, de acuerdo con la Ley Orgánica sobre protección de datos de carácter personal (Ley 15/1999 de 13 de diciembre).

### **Publicación de los resultados**

El promotor del estudio reconoce la importancia y transcendencia del estudio y, por tanto, está dispuesto a publicar los resultados en una revista, publicación o reunión científica a determinar en el momento oportuno y de común acuerdo con los investigadores.

Si usted lo desea, el investigador responsable del estudio, podrá informarle de los resultados, así como de cualquier otro dato relevante que se conozca durante el estudio.

### **Investigador/a responsable del estudio**

El Sr Julio Hernández Díaz, en calidad de investigador/a responsable del estudio o, en su caso un/a investigador/a colaborador/a designa/da directamente por él/ella, es la persona que le ha informado sobre los diferentes aspectos del estudio. Si usted desea formular cualquier pregunta sobre lo que se le ha expuesto o si desea alguna aclaración de cualquier duda, puede manifestárselo en cualquier momento.

Si usted decide participar en este estudio, debe hacerlo otorgando su consentimiento con total libertad.

Los promotores del estudio y el/la investigador/a principal le agradecen su inestimable colaboración.



**Doy mi consentimiento**

Nombre y apellidos del/de la participante:

D.N.I.:

Edad:

Fecha: